

EUROPEAN PATENT OFFICE

Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 04109961
PUBLICATION DATE : 10-04-92

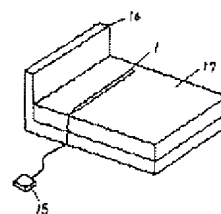
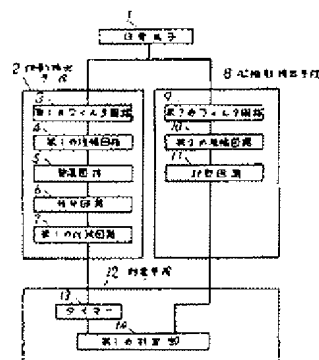
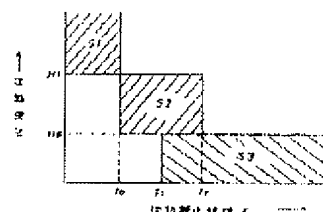
APPLICATION DATE : 30-08-90
APPLICATION NUMBER : 02230376

APPLICANT : MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD;

INVENTOR : OGINO HIROYUKI;

INT.CL. : A61M 21/02 A61B 5/00 A61B 10/00

TITLE : JUDGING DEVICE FOR STATE OF SLEEP



ABSTRACT : PURPOSE: To enhance the efficiency of decision as to whether a person in bed goes into sleep by detecting movement of the body of the person and the number of heartbeats using a piezoelectric element while the person is kept from contact with the element and not bound, and deciding according to the movement and the number of heartbeats whether the person goes into sleep.

CONSTITUTION: At a body movement detecting means 2, an. output signal from a piezoelectric element 1 disposed on a mattress 17 is filtered and then amplified, rectified and integrated. The exceeding of this integrated value V above a preset threshold value V_0 is recognized as movement of the body of a person in bed and then time output level of a first comparing circuit 7 is converted to its high state. Since the piezoelectric element 1 is capable of detecting even a very small displacement of the human body resulting from the action of heartbeats, the output signal from the piezoelectric element 1 is passed through a second filter 9 by a heartbeat detecting means 8 and amplified, and heartbeats H are counted by a counting circuit H when the human body does not move but is at rest. When the output level of the first comparing circuit 7 is converted to its high state, a timer 13 starts measuring action at a judging means 12 and measures the time required for the output level to come to its high state next. A first judging portion 14 judges the state of sleep of the person using the time T during which the human body does not move and the number H of heartbeats.

COPYRIGHT: (C)1992,JPO&Japio

⑫ 公開特許公報(A) 平4-109961

⑤Int. Cl.⁵

識別記号

庁内整理番号

⑬公開 平成4年(1992)4月10日

A 61 M 21/02
A 61 B 5/00
10/001 0 2 A
V7916-4C
7831-4C
7603-4C

A 61 M 21/00 3 0 0 Z

審査請求 未請求 請求項の数 4 (全6頁)

⑭発明の名称 睡眠状態判定装置

⑰特 願 平2-230376

⑱出 願 平2(1990)8月30日

⑲発明者 荻野 弘之 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内
⑳出願人 松下電器産業株式会社 大阪府門真市大字門真1006番地
㉑代理人 弁理士 小銀治 明 外2名

明 細 書

1、発明の名称

睡眠状態判定装置

2、特許請求の範囲

(1) マットレス、ふとん、シーツ等の寝具に配設可能な可撓性を有した圧電素子と、前記圧電素子の出力信号に基づき寝床上の人体の体動を検出する体動検出手段と、前記圧電素子からの出力信号に基づき前記人体の心拍数を検出する心拍数検出手段と、前記体動検出手段および前記心拍数検出手段からの信号に基づき前記人体の睡眠状態を判定する判定手段とからなる睡眠状態判定装置。

(2) 判定手段は、体動検出手段からの信号により作動するタイマーと、前記タイマーおよび心拍数検出手段からの信号に基づき寝床上の人体の睡眠状態を判定する第1の判定部とを有した請求項1記載の睡眠状態判定装置。

(3) 判定手段は、体動検出手段からの信号に基づき作動するタイマーと、心拍数検出手段からの信号に基づき心拍数の変化量を演算する第1の演算

部と、前記タイマーおよび前記第1の演算部からの信号に基づき寝床上の人体の睡眠状態を判定する第2の判定部とを有した請求項1記載の睡眠状態判定装置。

(4) 判定手段は、体動検出手段からの信号に基づき単位時間当りの体動発生回数を演算する第2の演算手段と、心拍数検出手段からの信号に基づき心拍数の分散値を演算する第3の演算手段と、前記第2の演算手段および前記第3の演算手段からの信号に基づき寝床上の就寝者の睡眠状態を判定する第3の判定部とを有した睡眠状態判定装置。

3、発明の詳細な説明

産業上の利用分野

本発明は就寝者の睡眠状態を判定する睡眠状態判定装置に関するものである。

従来の技術

従来この種の睡眠状態判定装置として例えば、就寝者の脳波や眼球運動を検出して検出信号の波形処理を行って入眠を判定するもの(特開昭62-253034号公報)や、就寝者の脈波を検出して検出

信号の波形処理を行って入眠を判定するもの（特開昭63-150047号公報）があるが、いずれも脳波や眼球運動、脈波等を検出する検出手段を直接人体の頭皮または皮膚に装着する構成であるため、装着による異和感があり睡眠が乱されるといった課題があった。そこで発明者は寝具に配設した可撓性の圧電素子により人体に非接触で体動を検出し、体動の静止時間がある設定値以上になった場合に入眠したと判定する睡眠状態判定装置を本発明に先立ち考えた。

発明が解決しようとする課題

しかしながら、上記本発明に先立ち考えた睡眠状態判定装置は体動の静止時間のみで入眠を判定していたので判定率がやや低目であるといった課題があった他、就寝者が入眠したかどうかのみを判定するものであり、睡眠深度やレム睡眠を判定することができないといった課題があった。

本発明はかかる従来の課題を解消するもので、就寝者の入眠の判定率を高め、さらに睡眠深度やレム睡眠を判定する睡眠状態判定装置を提供する

判定手段では検出された体動および心拍数に基づき就寝者の睡眠状態が判定される。

実施例

以下、本発明の睡眠状態判定装置の第1の実施例を添付図面に基づいて説明する。第1図は同実施例の斜視図、第2図は同実施例のブロック図である。第1図、第2図において1は可撓性のある圧電素子で、ここではポリフッ化ビニリデン（P V D F）等の高分子圧電材料を薄膜状にし両面に可撓性の電極膜を付着させたものをテープ状に成型したもので、製造コストが比較的安く大量に生産できるものである。圧電素子1は人体が就寝した際に胸部の真下に位置するようベッド16のマットレス17の表面に接着用のテープで固定されている。2は寝返り等の体動を検出する体動検出手段で、第1のフィルタ回路3、第1の増幅回路4、整流回路5、積分回路6および第1の比較回路7から構成される。第1のフィルタ回路3はチェビシェフ回路等からなり圧電素子1の出力信号のうち約1～約10Hzの波形成分のみを通過さ

せることを目的とする。

課題を解決するための手段

上記課題を解決するために本発明の睡眠状態判定装置は、マットレス、ふとん、シーツ等の寝具に配設可能な可撓性を有した圧電素子と、前記圧電素子の出力信号に基づき寝床上の人体の体動を検出する体動検出手段と、前記圧電素子からの出力信号に基づき前記人体の心拍数を検出する心拍数検出手段と、前記体動検出手段および前記心拍数検出手段からの信号に基づき前記人体の睡眠状態を判定する判定手段とを備えたものである。

作用

本発明の睡眠状態判定装置は上記の構成によって以下のように作用する。すなわち、寝具に配設された圧電素子が寝床上の就寝者の寝返り等の体動や心拍による体表面の微小変位により変形を受けると、圧電素子から圧電効果により電圧が発生する。圧電素子からの出力信号は体動検出手段および心拍数検出手段でそれぞれ必要な処理がなされ体動および心拍数として検出される。そして、

せる。8は心拍数を検出する心拍数検出手段で、第2のフィルタ回路9、第2の増幅回路10および計数回路11から構成されている。第2のフィルタ回路9はチェビシェフ回路等からなり圧電素子1の出力信号のうち約1～約8Hzの波形成分のみを通過させる。12は就寝者の睡眠状態を判定する判定手段で、タイマー13と第1の判定部14とから構成されている。15は体動検出手段2、心拍数検出手段8および判定手段12を内蔵した回路ユニットである。

上記構成による動作を以下に説明する。マットレス17に配設された圧電素子1が寝床上の就寝者の寝返り等の体動や心拍による体表面の微小変位により変形を受けると、圧電素子1から圧電効果により電圧が発生する。

体動検出手段2では、圧電素子1からの出力信号がフィルタにかけられた後、増幅、整流、積分され、第1の比較回路7によりあらかじめ定められた閾値V_oと積分値とが比較される。

第3図に実際に人が就寝した際の増幅回路4の

信号出力を第3図に、積分回路6の信号出力を第4図に示す。第3図bは第3図aの図中S部の拡大図である。図より入床、離床時や寝返り等の体動が起こった場合は大きな出力がでるが、それ以外の安静状態の場合は人体の心拍活動に伴う体表面の微小変位によりレベルの低い出力が得られる。すなわち、積分値Vが第4図中の閾値 V_0 以上の場合には体動が発生したとして第1の比較回路7の出力レベルは H_1 となり、それ以外の場合には体動がないとして出力レベルは L_0 となる。

一方、第3図bに示したように圧電素子1は人体の心拍活動に伴う微小変位も検出可能であるため、人体に体動がなく安静状態である場合には、心拍数検出手段により圧電素子1からの出力信号は第2のフィルタ9を通過後、増幅され計数回路11で心拍数Hが計数される。

判定手段12では、第1の比較回路7の出力レベルが H_1 になった時点でタイマー13が計時動作を開始する。ここで、タイマー13は第1の比較回路7の出力レベルが次に H_1 状態になるまで

上記作用により、従来は体動静止時間Tのみに基づいて就寝者の入眠を判定していたが、本実施例によれば、圧電素子を用いて非接触、無拘束な状態で体動と心拍数を検出し、入眠の判定を体動静止時間と心拍数に基づいて行なうので入眠の判定率が高まるとともに、睡眠深度を判定することが可能であるといった効果がある。

次に本発明の睡眠状態判定装置の第2の実施例を添付図面に基づいて説明する。この実施例が第1の実施例と相違する点は、第6図のブロック図に示すように、判定手段12が体動検出手段2からの信号に基づき作動するタイマー13と、心拍数検出手段8からの信号に基づき心拍数の変化量を演算する第1の演算部18と、タイマー13および第1の演算部18からの信号に基づき寝床上の人体の睡眠状態を判定する第2の判定部19とを有した点にある。

上記構成により、判定手段12では、第1の比較回路7の出力レベルが H_1 の場合はタイマー13が計時動作を開始する。ここで、上記のように

の時間を計時する。すなわち、タイマー13は体動が生起して次の体動が生起するまでの体動静止時間Tを計時する。次に、発明者らは先に睡眠実験によりTが約15分継続すれば入眠状態である確率が大きいということを見出した。また、睡眠中、心拍数はおおむね睡眠深度と対応して減少するといわれている。これらの知見を総合して考慮し、第1の判定部14ではタイマー13の計時する体動静止時間Tと心拍数検出手段により検出された心拍数Hを用い、第5図の關係に基づいて就寝者の睡眠状態の判定を行なう。すなわち、同図のように、領域S1のように $T < T_0$ かつ $H_1 \leq H$ の場合は覚醒状態もしくはうとうとした状態、領域S2のように $T_0 \leq T < T_2$ かつ $H_0 \leq H < H_1$ の場合は入眠状態（睡眠第2段階に相当）、領域S3のように $T_1 \leq T$ かつ $H < H_0$ の場合は徐波睡眠状態（睡眠第3、4段階に相当）であると判定する。各定数の値は実験により設定可能であるが、判定手段12が学習により各定数を設定できるような学習部を有した構成にしてもよい。

睡眠中、心拍数はおおむね睡眠深度と対応して減少するといわれているので、入床直後の覚醒状態を基準とした心拍数の変化量 ΔH も睡眠深度と対応して推移する。したがって、第1の判定部14では、タイマー13の計時する体動静止時間Tと心拍変化量 ΔH を総合して考慮し、人体が入床してタイマー13が計時動作を開始すると、その後一定期間については基準の心拍数 H_w を検出し、その後は各時点における心拍変化量 ΔH を第1式に基づいて算出し、Tと ΔH を用いて第7図の關係に基づいて就寝者の睡眠状態の判定を行なう。

$$\Delta H = H - H_w \quad (1)$$

ただし、 ΔH ：各時点における心拍変化量

H：各時点における心拍数

H_w ：基準心拍数

すなわち、同図のように、領域S1のように $T < T_0$ かつ $\Delta H < \Delta H_0$ の場合は覚醒状態もしくはうとうとした状態、領域S2のように $T_0 \leq T < T_2$ かつ $\Delta H_0 \leq H < \Delta H_1$ の場合は入眠状態（睡眠第2段階に相当）、領域S3のように T_1

$\leq T$ かつ $\Delta H_1 \leq \Delta H$ の場合は徐波睡眠状態(睡眠第3, 4段階に相当)であると判定する。各定数の値は実験により設定可能であり、例えば ΔH_0 は発明者の睡眠実験によれば H_w の約15%の値となる。また、判定手段12が学習により各定数を設定できるような学習部を有した構成にしてもよい。

上記作用により、第1の実施例と同様に、従来は体動静止時間Tのみに基づいて就寝者の入眠を判定していたが、本実施例によれば、圧電素子を用いて非接触、無拘束な状態で体動と心拍数を検出し、入眠の判定を体動静止時間と心拍変化量に基づいて行なうので入眠の判定率が高まるとともに、睡眠深度を判定することが可能であるといった効果がある。

次に本発明の睡眠状態判定装置の第3の実施例を添付図面に基づいて説明する。この実施例が上記の実施例と相違する点は、第8図のブロック図に示すように、判定手段12が体動検出手段2からの信号に基づき単位時間当りの体動発生回数を

合はレム睡眠、領域S1のように $B_2 \leq B$ かつ $V_1 \leq V < V_2$ である場合は覚醒状態もしくはうとうとした状態、領域S2のように $B_0 \leq B < B_2$ かつ $V_0 \leq V < V_1$ である場合は入眠状態(睡眠第2段階に相当)、領域S3のように $B < B_1$ かつ $V < V_0$ の場合は徐波睡眠状態(睡眠第3, 4段階に相当)であると判定する。各定数の値は実験により設定可能であるが、判定手段12が学習により各定数を設定できるような学習部を有した構成にしてもよい。

上記作用により、従来は体動静止時間Tのみに基づいて就寝者の入眠を判定していたが、本実施例によれば、圧電素子を用いて非接触、無拘束な状態で体動と心拍数を検出し、入眠の判定を単位時間当りの体動発生回数と心拍数の分散値に基づいて行なうので入眠の判定率が高まるとともに、レム睡眠を含めた睡眠深度を判定することが可能であるといった効果がある。

以上、3つの実施例について説明したが、いづれも圧電素子を寝床に配設するだけで非接触、無

演算する第2の演算手段20と、心拍数検出手段8からの信号に基づき心拍数の分散値を演算する第3の演算部21と、第2の演算手段20および第3の演算部21からの信号に基づき寝床上の就寝者の睡眠状態を判定する第3の判定部22とを有した点にある。

上記構成により、判定手段12では、第2の演算手段20により単位時間当りに第1の比較回路7の出力レベルが H_i になる回数、すなわち単位時間当りの体動発生回数Bが演算されるとともに、第3の演算手段21により心拍数検出手段8からの信号に基づき心拍数の分散値Vが演算される。上記の演算は入床直後から一定時間毎に繰返し行なわれる。ここで、体動の頻度は覚醒状態、睡眠第1段階、レム睡眠に多く、睡眠第2、3、4段階に少ない。また、心拍数の変動はレム睡眠に多い。したがって、第3の判定部22では、単位時間当たりの体動発生回数Bと心拍数の分散値Vを総合して考慮し、第9図に示すように、領域SRのように $B_2 \leq B < B_3$ かつ $V_2 \leq V$ である場

拘束な状態で就寝者の睡眠深度を判定することができるので、フィールドでの睡眠実験のみならず在宅ヘルスケア、幼児の生育管理等に活用できる。また、本装置を複数個用意して複数人の睡眠状態を集中管理できるようなシステムを構成してもよく、病院等の施設で患者の管理、看護婦の労働軽減等に活用できる。

発明の効果

以上のように本発明の睡眠状態判定装置では、以下のような効果がある。すなわち、従来は体動静止時間のみに基づいて就寝者の入眠を判定していたが、本発明の睡眠状態判定装置によれば、圧電素子を用いて非接触、無拘束な状態で体動と心拍数を検出し、体動と心拍数に基づいて入眠の判定を行なうので入眠の判定率が高まるとともに、睡眠深度も判定することが可能となる。

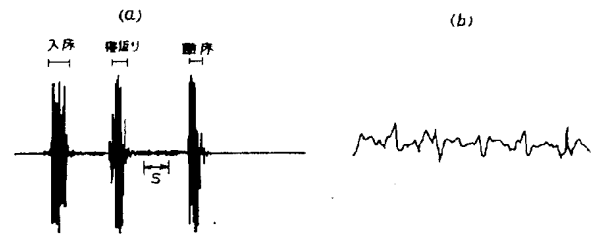
4、図面の簡単な説明

第1図は本発明の第1の実施例の睡眠状態判定装置の斜視図、第2図は同装置のブロック図、第3図aは同装置の増幅回路からの出力を示す波形

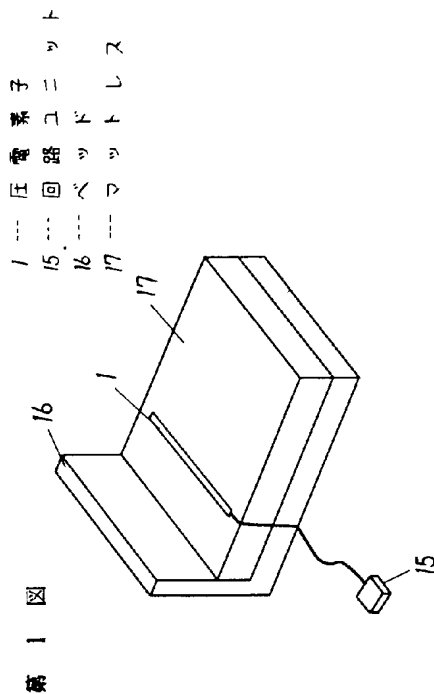
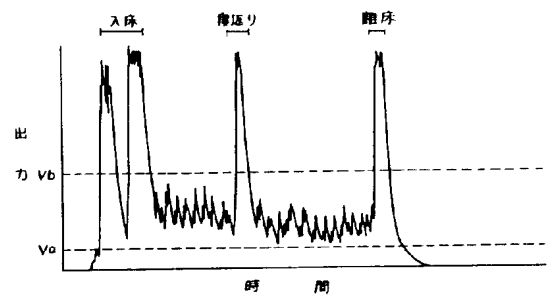
図、第3図bは第3図aの拡大波形図、第4図は同装置の積分回路からの出力を示す波形図、第5図は体動静止時間と心拍数と睡眠状態との関係を示す相関図、第6図は本発明の第2の実施例の睡眠状態判定装置のブロック図、第7図は体動静止時間と心拍数と睡眠状態との関係を示す相関図、第8図は本発明の第3の実施例の睡眠状態判定装置のブロック図、第9図は単位時間当りの体動発生回数と心拍数の分散値と睡眠状態との関係を示す相関図である。

1…圧電素子、2…体動検出手段、8…心拍数検出手段、12…判定手段、15…回路ユニット、16…ベッド、17…マットレス。
代理人の氏名 弁理士 小鍛冶 明 ほか2名

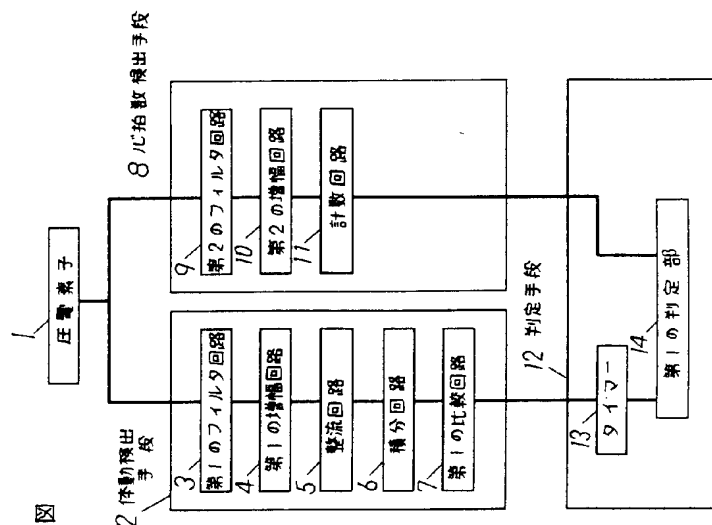
第3図



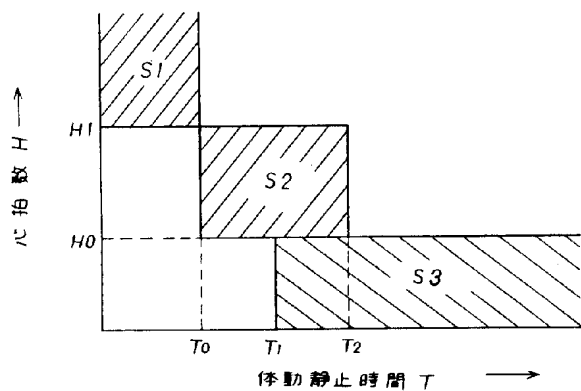
第4図



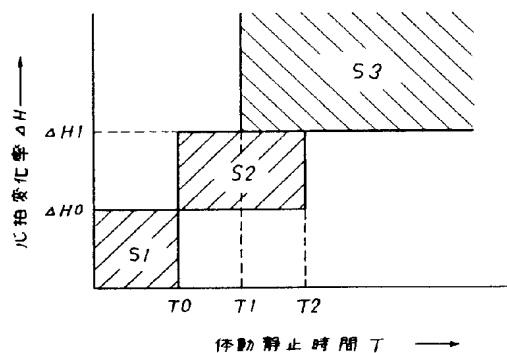
第2図



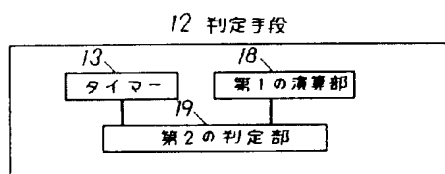
第 5 図



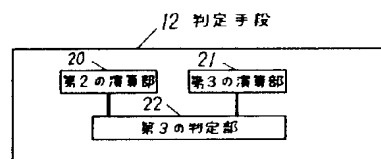
第 7 図



第 6 図



第 8 図



第 9 図

